

Gesellschaft Kunststofftechnik

Ingenieurwissen

**Konstruktion,
Fertigung und
Anwendung fein-
werktechnischer
Kunststoffteile**

VDI-Verlag

BEST AVAILABLE COPY

Ingenieurwissen

**Konstruktion, Fertigung
und Anwendung
feinwerktechnischer
Kunststoffteile**

Herausgegeben vom Verein Deutscher Ingenieure
VDI-Gesellschaft Kunststofftechnik
VDI/VDE-Gesellschaft Feinwerktechnik

Institut für Werkstoffwissenschaften V
Kunststoffe
Bücherei

Stadtl.
Büch.-Verz.-Nr. 76/33



VDI-Verlag GmbH
Verlag des Vereins Deutscher Ingenieure · Düsseldorf

Titelaufnahme für eine Schrifttumkartei

DK 678.06 : 681 -2.002.2
678.057.74.002.54

Konstruktion, Fertigung und Anwendung
feinwerktechnischer Kunststoffteile
Reihe Ingenieurwissen
Hrsg. v. Verein Deutscher Ingenieure
VDI-Gesellschaft Kunststofftechnik
VDI/VDE-Gesellschaft Feinwerktechnik

Düsseldorf: VDI-Verl. 1976. VI, 238 S., 220 Bild., 6 Tab.

© VDI-Verlag GmbH, Düsseldorf 1976

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes,
der auszugsweisen oder vollständigen photomechanischen Wiedergabe
(Photokopie, Mikrokopie) und das der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany

ISBN 3-18-404018-6

| Inhalt | Seite |
|---|-------|
| <i>Kurt-Emil Christoffers</i> | |
| Werkstoff- und werkzeuggerechte Artikelgestaltung | 1 |
| <i>Siegfried Stitz</i> | |
| Einfluß der Prozeßvariablen auf die Eigenschaften des Formteils | 25 |
| <i>Bruno Stillhard</i> | |
| Maschinentechnische Möglichkeiten zur Qualitätssteigerung spritz- gegossener Formteile | 47 |
| <i>Heinz-Jürgen Mohrberg</i> | |
| Wahl der Maßtoleranzen bei feinwerktechnischen Kunststoffteilen am Beispiel von Polyacetal | 69 |
| <i>Edith Böhme</i> | |
| Schlüsse auf die Werkstoffeigenschaften mit Hilfe von Dünnschnitt- bildern | 95 |
| <i>Klaus Wiebusch</i> | |
| Eigenschaften von lackierten und metallisierten Formteilen | 109 |
| <i>Gerhard Scholz</i> | |
| Verschleißverhalten von spanend und durch Spritzgießen hergestellten Kunststoffzahnradern | 125 |
| <i>Hans-Gerhard Kogler</i> | |
| Örtliche und mittlere Betriebstemperaturen an kleinen Kunststoff- zahnradern | 137 |
| <i>Erwin Nill</i> | |
| Übertragungsverhalten extrem kleiner Kunststoffzahnradern | 149 |

AVAILABLE COPY

BEST AVAILABLE COPY

BEST AVAILABLE COPY

| | |
|--|-----|
| <i>Fritz Dür</i> | |
| Kunststoffgleitteile für Laufwerke mit und ohne Schmierung | 163 |
| <i>Karlheinz Roth</i> | |
| Anregungen zum Einsatz unkonventioneller Gestaltungsmöglichkeiten bei Kunststoffkonstruktionen | 199 |
| <i>Alfred Hesse</i> | |
| Wirtschaftliche Büromaschinenkonstruktion durch Verwendung von Kunststoffteilen mit Vielfachfunktionen | 219 |
| Autoren | 234 |
| Sachwortverzeichnis | 236 |

dem Großserieneinsatz genau zu untersuchen.

Zusammenfassung

Reibungs- und Abriebsuntersuchungen wurden unter denselben Versuchsbedingungen bei klassischen Gleitpaarungen der Feinwerktechnik und bei Kunststoff-Gleitpaarungen durchgeführt. Sowohl im Reibungs- als auch im Abriebsverhalten waren ausgewählte Kunststoff-Gleitpaarungen den klassischen Gleitpaarungen überlegen. Kunststoff/Kunststoff-Gleitpaarungen wurden technisch trocken und geschmiert untersucht. Amorphe Kunststoffe, die gegenüber Stahl als relativ schlechte Gleitpartner gelten, können zusammen mit einem teilkristallinen Polyacetal eine gute tribologische Gleitpaarung bilden. Eine Schmierung von Kunststoffen ergibt eine unerwartet hohe Reibungs- und Abriebsminderung. Die hohe Elastizität der Kunststoffe erweist sich als nützlich, da sich schon bei kleinen Gleitgeschwindigkeiten ein elastohydrodynamischer Schmierkeil ausbilden kann. Das Verschwinden des Öles aus der eigentlichen Kontaktzone kann bei Kunststoffschwen in erster Linie auf das starke Breitleiten der Öle zurückgeführt werden. Eine Epilaminierung der Kunststoffe, d.h. eine Aufbringung einer das Spreiten der Öle verhindernden Schicht, erweist sich als vorteilhaft. Vor dem Großserieneinsatz einer geschmierten Kunststoff-Gleitpaarung muß die Beständigkeit der Kunststoffe gegenüber dem zu verwendenden Schmierstoff und die Beständigkeit des Schmierstoffes gegenüber den Kunststoffen gründlich untersucht werden.

Meiner Mitarbeiterin Frau J. Todisco und meinen Mitarbeitern Herrn W. Schulz, Herrn M. Lauer und Herrn R. Blessing möchte ich für die sorgfältige Durchführung der Versuche danken.

Schrifttum

- [1] *Barker, G. E. G. E. Alter; Mc Knight, C. E. Kibeen, J. R. u. D. M. Hood: The Comprehensive Laboratory Testing of Instrument Lubricants. A.S.T.M.-Bulletin März 1946, S. 25/35.*
- [2] *W. Maddée: Konstruktion eines automatischen Prüfstandes mit oszillierender Gleitbewegung für Reibungs- und Verschleißuntersuchungen. Studienarbeit am Institut für Uhrentechnik und Feinmechanik der Universität Stuttgart WS 1973/1974.*
- [3] *A. Huber: Wirkung von Kunststoffausdünstungen auf Feinmechanik – Schmiermittel. Internationaler Kongreß für Chronometrie in Stuttgart, 1974, Kongreßbuch D 3.9, S. 739 und 740.*

Anregungen zum Einsatz unkonventioneller Gestaltungsmöglichkeiten bei Kunststoffkonstruktionen

Karlheinz Roth

Kurzinhalt

Eine neue Entwicklungsrichtung von Kunststoffkonstruktionen wird durch das Einführen von stoffschlüssigen Gelenken und von Kunststoffedern, die wahlweise auch stoffschlüssig mit dem Teil verbunden sind, eingeleitet. Dadurch ist die Möglichkeit gegeben, komplette Mechanismen aus einem Teil zu spritzen und die Integration von Funktionen in wenigen Teilen extrem zu erhöhen. Das führt häufig zum Wegfall des Sortierens und Montierens der Einzelteile oder zum Verwickeln von Steckverschlüssen aus wenigen Teilen. Die Vorteile für reine Baukastentechnik werden erläutert sowie zahlreiche Beispiele besprochen.

Einleitung

Bei Guß- und Spritzteilen besteht schon immer die Tendenz – aber auch die wirtschaftliche Möglichkeit – komplizierte Formgebungen zu verwirklichen. Daher ist man, insbesondere in der Feinwerktechnik, bestrebt, die zerspanend hergestellten Teile zu Lasten der gespritzten oder gegossenen sehr einfach zu gestalten, oder noch besser, wo es geht zu vermeiden. Ein gutes Beispiel dafür ist die Gestaltung des Kunststoffgehäuses von Tischtelefonen, Bild 1.

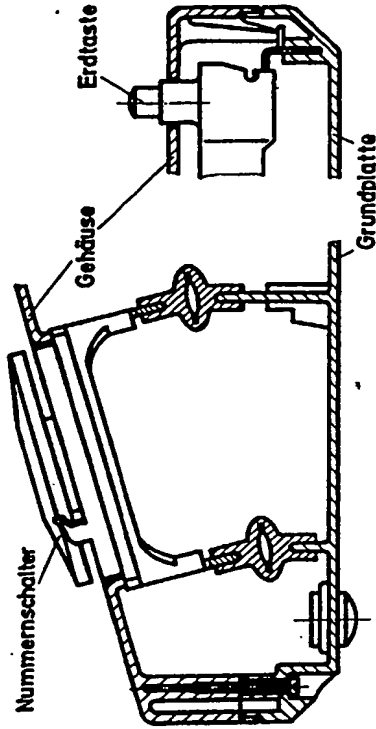


Bild 1. Stützung und Halterung von Baueinheiten im Tischtelefon mittels Steckverschlüssen im Kunststoffgehäuse und in der Kunststoffgrundplatte.

Die mechanischen Teile, insbesondere die Schrauben und Gewindestangen, in gespritzte Vertiefungen, Stützen, Schlitz eingebohrte und durch Reib-, Schnappverbindungen oder Verschachtelungen gehalten. Schrauben werden nur als Endglieder oder bei hohen dynamischen Beanspruchungen verwendet. Doch diese Technik ist nur ein erster Schritt für eine zunehmende Integration der Funktionen in wenigen Teilen. Bisher wurde die Integration hauptsächlich bei Gehäusen durchgeführt und bezog sich dann in erster Linie auf Stütz- und Halterungsfunktionen.

Beispiel für eine neue Entwicklungsrichtung

Die technologische Weiterentwicklung der Kunststoffe, insbesondere der Polyoxymethylene (POM) und Polyamide (PA) zu verschleißfesten, verformbaren, aber auch elastischen Werkstoffen [1] hat nun Möglichkeiten eröffnet, die für die Konstruktionstechnik von Kunststoffteilen in Zukunft bestimmt revolutionierend wirken. Gemeint ist die Einführung von stoffschlüssigen Gelenken und von Kunststoffteilen mit Federungsseigenschaften bzw. mit Kunststoffedern. Diese beiden Elemente ermöglichen es, komplette, funktionsfähige Mechanismen aus einem Teil zu spritzen. Die Integration der Funktionen ist von den unbeweglichen auf die relativ zueinander beweglichen Teile erweitert worden. Bild 2 zeigt als Beispiel die Verschlusskappe von Kunststoffflaschen und -dosen für flüssige Verbrauchsmittel wie Haarschampoo, Putzmittel etc. Bemerkenswert an dieser Konstruktion ist der Aufbau eines Viergelenks mit einer zusätzlichen Feder sowie eines zusätzlichen Verschlusses und des Gehäuses aus einem Teil. Die Einsparung von Teilen durch Anwenden von drei Filmgelenken und einem Kniegelenk ist aus der Gegenüberstellung mit einer konventionellen Konstruktion zu erkennen. Das Kniegelenk an einem Zweischlag ist eigentlich als Feder gedacht, welche eine bistabile Kippstufe für ein RS-Flipflop ermöglicht [2]. Der Steckverschluss, der erst durch Nachdrücken fest verschlossen wird, sichert die langzeitige Abdichtung, während das Abdrücken durch bloßes Auflegen auf der Öffnung nur vor plötzlichem Herausfließen des Inhaltes schützt.

Vorrichtungen und Mechanismen aus einem Teil haben den unschätzbaren Vorteil, daß sie, in einem Spritzvorgang hergestellt, nicht nach mühevoller Sortieren aus vielen Teilen zusammengesetzt und montiert werden müssen und daher gleich endgültig als Funktionseinheiten auf Lager gehalten werden können. Das Fertigungsteil und die Funktionseinheit sind bis auf die Anschlüsse identisch. Ähnliche Funktionseinheiten sind z.B. die diskreten Bauteile der

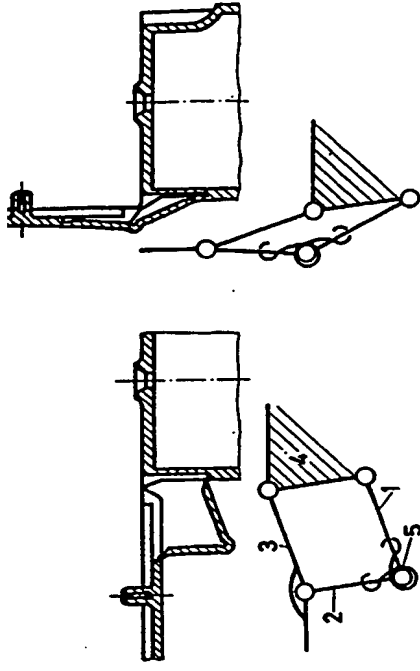


Bild 2. Flaschenverschluß mit bistabilen Kippklappen (RS-Flipflop) aus einem Kunststoffteil, das als feder gespanntes Viergelenk ausgelegt ist.

Elektrotechnik (Widerstände, Kondensatoren oder Chips), die sich als Massenerzeugnisse ideal für die Baukastentechnik eignen. Den beschriebenen Verschluß wird man, wo immer es geht, als Fertigteil beziehen und einsetzen, weil er eine Gesamtfunktion erfüllt. Die Allgemeinverwendbarkeit erweist sich nicht nur als sehr praktisch, sondern wegen hoher Stückzahlen auch als sehr wirtschaftlich. Von den Einzelteilen eines konventionell konstruierten Verschlusses wird man diese Stückzahlen und diese Verbreitung nicht erwarten können, da sie für eine ganz spezielle Konstruktion ausgelegt wurden.

Systematik

Zwei Gesichtspunkte mögen nun das Konstruktionsprinzip, nach welchem der Flaschenverschluß entwickelt wurde, beleuchten:

1. Der Zusammenhang zwischen notwendigen Teilfunktionen und Anzahl der Teile,
2. die Betrachtung der konstruktiven Elemente, welche eine so vollständige Integration ermöglichen.

Teilfunktion und Einzelteil

In Bild 3 ist die Funktion „zwei stabile Lagen zu realisieren“ – zum Zwecke des Schließens und Öffnens einer Flasche – mit Hilfe einer konventionellen Stichtbild-Konstruktion (rechts) verwirklicht. Die notwendigen Einzelteile

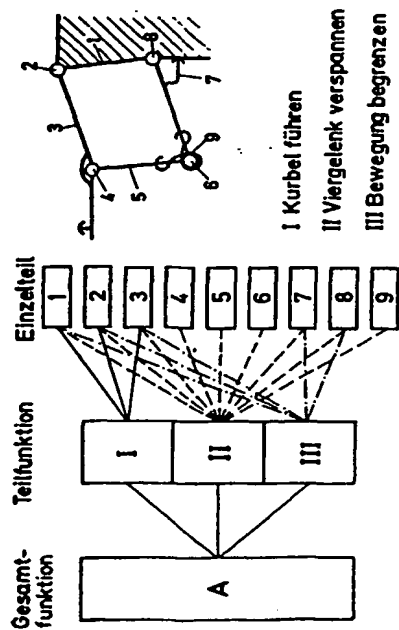


Bild 3. Unterteilung der Gesamtfunktion „zwei stabile Lagen verwirklichen“ in Teilfunktionen und deren Vernetzung mit *neun* benötigten Einzelteilen.

sind durch arabische, die Teilfunktionen durch römische Ziffern gekennzeichnet. Mindestens neun Einzelteile sind hier zur Erfüllung der Funktion erforderlich. Welche der Teile zu den einzelnen Teilfunktionen beitragen, zeigen die verbindenden Linien. Man erkennt, daß sich die Gesamtfunktion A in Teilfunktionen aufgliedern läßt, diese aber nicht hierarchisch, sondern in mannigfacher Weise mit den Einzelteilen vernetzt sind [3].

Bild 4 zeigt einen weiteren Fortschritt für die Integration von Teilfunktionen in wenigen Einzelteilen. Ermöglicht wurde die Verringerung der Einzelteile durch das Anwenden von Filmgelenken bei Kunststoffkonstruktionen. Es werden jetzt nur noch drei Einzelteile für drei Teilfunktionen benötigt. Die Einzelteile sind auch hier mannigfaltig mit den Teilfunktionen vernetzt. Teil I (das Spritzteil, siehe auch Bild 1) liefert den größten Beitrag, ist am stärksten „funktionsintegriert“ und daher am kompliziertesten.

Bild 5 stellt die Integration sämtlicher Teilfunktionen in einem Einzelteil dar. Gelungen ist das durch die Einführung des Kniegelenks, das auch die Federungsigenschaften liefert. Man könnte, sofern es für jede Teil- oder Gesamtfunktion ein ähnliches Einzelteil gäbe, das sie erfüllte, solche integrierten Einzelteile mit genormten Parametern auf Lager halten und brauchte dann nur die Abfolge der Funktionen (Funktions-Struktur) [4] ermitteln und in jeden Schwarzen Kasten das passende Einzelteil, das gleichzeitig eine Funktionseinheit wäre, einsetzen. Es bliebe lediglich übrig, die Platzanordnung und die Verbindung der Teile neu festzulegen. Das entspräche der perfekten Baukastentechnik und wäre eine sehr effektive Art zu konstruieren, da mit dem Fertigstellen des „Schaltplanes“ der wesentliche Teil der Kon-

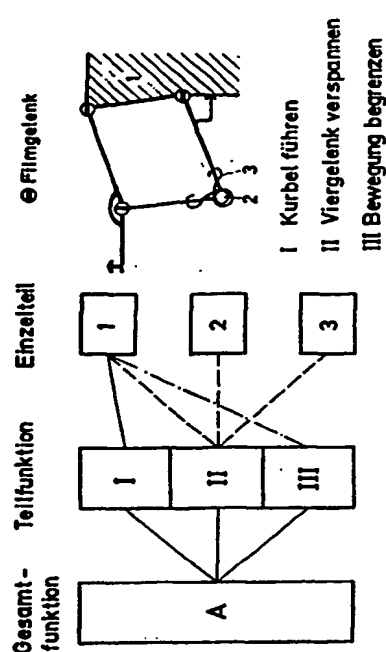


Bild 4. Gesamtfunktion „zwei stabile Lagen verwirklichen“ und deren Teilfunktionen, vernetzt mit *drei* benötigten Teilen aufgrund einer erhöhten Funktionsintegration durch Filmgelenke.

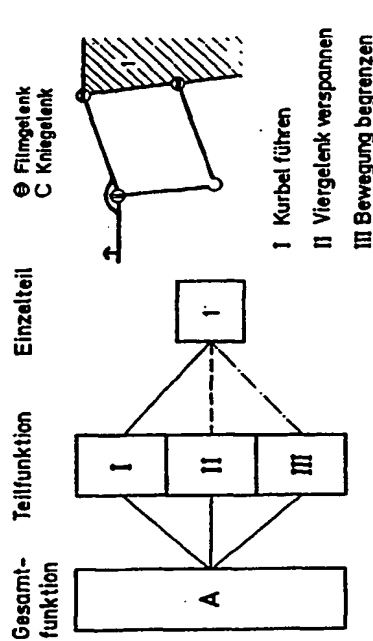


Bild 5. Gesamtfunktion „zwei stabile Lagen verwirklichen“ und deren Teilfunktionen, vernetzt mit nur *einem* benötigten Teil aufgrund weiterer Funktionsintegrationen mittels Kniegelenks.

struktion, ähnlich wie bei elektronischen Geräten, beendet wäre. Die Konstruktion könnte – da aus Baukastenteilen zusammengesetzt – unmittelbar realisiert und als Labormuster sehr schnell geprüft werden.

Bei rein mechanischen Konstruktionen ist das Vorgehen in so idealer Weise wohl nicht möglich. Man sollte aber bestrebt sein, sich dem Ziel, möglichst viele immer wiederkehrende Funktionen durch ein oder wenige Teile zu realisieren, so gut es geht zu nähern. Das würde Kosten in der Lagerhaltung, Sortierung, Montage, Konstruktion und Verwaltung sparen und für bewährte, auch anderweitig verwendbare Lösungen die Stückzahl sehr erhöhen.

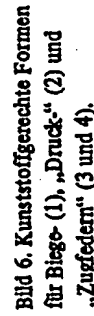
[illegible]

Während man sich die der Beanspruchung angepasste Gestaltung durch entsprechende Profilquerschnitte [5] gut vorstellen kann, erhalten Kunststofffedern, Bild 6, häufig besondere Formen.

Kunststoffedern

Hier wird beinahe ausschließlich die Biege-, nicht die Torsionsbeanspruchung zugrundegelegt. Dadurch ergeben sich die eigenartigen Formen für „Druck-“ und „Zugfedern“. Während eine Biegefeder als Blattfeder sehr konventionell aussehen kann, bis auf die eventuell realisierte Verjüngung der Federhöhe (Ausführung 1), ist die „Druckfeder“ schon eine kleine Konstruktion mit Aufsatzflächen, Hebelarmen, Pfannengelenk, elastischem Bügel und Kniegelenken. Die Federungseigenschaften kommen vom Bügel. Ausführung 3 dient als „Zugfeder“ für relativ große Hübe. Auch diese Feder ist für sich schon eine „funktionsintegrierte“ Konstruktion mit Krafteinleitungstellen, Filmgelenken, Hebelarmen und einem Kniegelenk. Das Kniegelenk ist hier hauptsächlich für das Federn verantwortlich. Der kleine Winkelausschlag wird durch die Hebelarme lediglich vergrößert und über die Filmgelenke in eine translatorische Bewegung überführt. Die „Zugfeder“ nach Ausführung 4 ist durchaus konventionell und wird vorzugsweise für große Kräfte bei kleiner Federwegen verwendet.

- In den Bildern 6 bis 8 sind einige dieser konstruktiven Möglichkeiten, losgelöst von dem speziellen Anwendungsfall, dargestellt.**



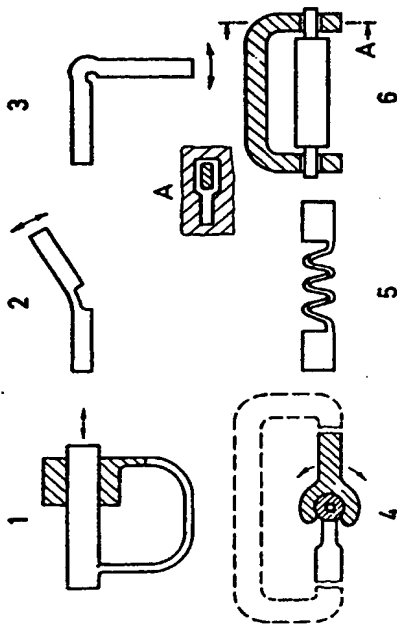


Bild 7. Kunststoffgerechte Formen für stoffschlüssige und nichtstoffschlüssige Gelenke.

Bei einigen besteht die Neuheit nur in der Art der Herstellung, z.B. der Integration von Schiebeführung und Federung in einem Einzelteil, das nicht montiert gespritzt wird (Ausführung 1), oder darin, daß zwei zum Gelenk vereinigte Teile montiert gespritzt werden (Ausführung 6). Eine Neuerung von großer Tragweite ist die Einführung der Filmgelenke (Ausführung 2), die bei häufigem Betätigen bestimmte, dafür geeignete Werkstoffe voraussetzen. Die Integrationsmöglichkeiten durch Filmgelenke wurden schon ausführlich besprochen. Die Kniegelenke, Ausführung 3, sind abgewandelte Filmgelenke, die einen kleineren Winkelausschlag gestatten, dafür aber gleichzeitig Federungseigenschaften haben. Wie schon gezeigt wurde, vereinigen sie die Gelenk- mit der Federungseigenschaft. Um auch übliche Drehgelenke aus einem Teil spritzen zu können, werden sie wie in Ausführung 4 gestaltet. Die Montage erfolgt entweder durch Zusammendrücken des Innen- und Außenteils senkrecht zur Drehachse (Schnappverschluss), oder durch seitliches Einführen in Achsrichtung, sofern die Verbindung elastisch genug ist. Ausführung 5 ist nur im extrapolierten Sinn ein Gelenk. Sie gestattet Relativbewegungen in beliebiger Richtung und dient allein dem montagegerechten Zusammenfassen von Teilen, die nicht gleichartige Bewegungen ausführen. Die Gelenke 1 bis 5 können grundsätzlich nur begrenzte Bewegungen verwirklichen. Sie sind nicht umlaufähig.

Kunststoffverschlüsse

Häufig will man Teile nicht gelenkig, sondern fest miteinander verbinden. Nicht selten soll diese Verbindung auch wieder lösbar sein. Erfüllt wird die Aufgabe von Verschlüssen. Als Verschlussbewegung dient die Relativbewegung zweier Enden des gleichen Teils oder zweier Teile. Da Verschlüsse sehr

viele Funktionen an zwei Enden eines Teiles bzw. in zwei Teilen vereinigen müssen, eignen sich Kunststoffkonstruktionen sehr gut dafür. Betrachtet werden hier nur Verschlüsse, deren Schließbewegung geradlinig oder kreisbogenförmig ist. Diese Bewegung charakterisiert die große Gruppe der Steckverschlüsse, sofern dabei nur zwei Glieder miteinander verbunden werden. Für Steckverschlüsse sind einige Prinziplösungen in Bild 8 wiedergegeben. Gegliedert sind sie nach dem Schluß, welcher ein Öffnen verhindern soll und nach dem Schluß, welcher beim Zusammenführen vorliegt. In Tabelle 1 sind von den nach dieser Gliederung möglichen Verschlussarten für zwei Verschlüsselemente die sechs gebräuchlichsten mit den dazugehörigen Bezeichnungen aufgeführt sowie die Schlußkombinationen und entsprechende Beispiele angegeben.

Bei Kunststoffkonstruktionen muß noch die Bedingung eingehalten werden, daß die Federkraft gegen Lösen oder die für die Reibkraft nötige Normalkraft weit unter dem möglichen Maximum bleibt oder nur zeitweilig bzw. kurzzeitig aufgebracht wird. Die kraftschlüssig funktionierenden Verschlüsse (Nr. 1, 2, 3, 5, 6) sind – sofern spielfrei – vorgespannt, Verschuß Nr. 4 dagegen entlastet und ohne Verspannung. Die Verschlussprinzipien haben eine große Bedeutung für die Montage und Demontage von Teilgruppen. Ob man zwei oder sehr viele Teile zusammensetzt, immer wieder kommt es darauf an, daß mindestens in einem Richtungssinn gehalten wird, in einem translatorischen Richtungssinn montiert oder demontiert werden kann und die ungewollte Verschiebung in diesem Richtungssinn durch eine Kraft verhindert wird. Verschlüsse wie Nr. 1 kann man im Maschinenbau auch als Ersatz für Schweißnähte verwenden [6].

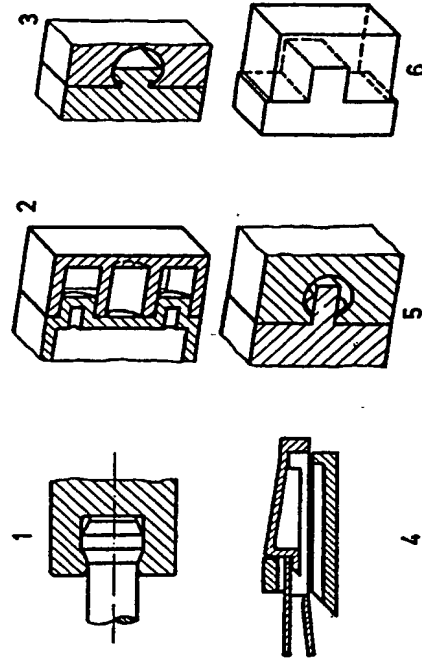


Bild 8. Prinzipien für Kunststoffsteckverschlüsse.

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.